

## 하천 수변조사의 이해와 국내도입의 필요성

○김한태<sup>\*)</sup>, 우효섭<sup>\*)</sup>

### 1. 서론

지금까지의 하천은 치수·이수 기능에만 국한하여 진행되어 왔으나, 하천환경에 대한 국민적 관심이 높아짐에 따라 하천 보전에서 하천 이용에 이르는 각종 기능에 대한 국민적 요청이 다양화되었다. 특히, 1999년에 하천법이 전면 개정되어 「수계별 하천환경 관리추진」과 동 시행령에 「하천환경관리 계획수립」이 명시됨에 따라 하천의 환경 기능의 보전과 증진을 위한 체계적인 제도, 방법론, 관련기술 및 기준 등의 개발과 보급이 필요하게 되었다. 이러한 일련의 각종 제도 및 기술 등의 적절한 추진을 위해서는 하천을 환경이라는 관점에서 취급하는 체계적인 기초정보의 수집·정리를 도모하는 하천 수변조사가 매우 중요하게 되었다.

따라서, 본 연구에서는 미국(Stream Corridor Restoration), 영국(River Corridor Survey), 일본(河川水邊の國勢調査) 등에서 행하고 있는 하천환경 조사의 내용과 방법 등에 대해 연구·검토하고 하천 수변조사를 국내에 도입하기 위하여 고려되어야 할 사항 등에 대하여 고찰한다.

또한, 본 연구에서는 향후, 상기의 비교·고찰의 결과와 시험구간에서의 하천 수변조사 및 모니터링을 토대로 국내에 적합한 하천 수변조사 및 모니터링의 항목, 내용, 방법 등을 도출시키고자 한다.

### 2. 하천 수변조사의 의의

하천은 利水 기능과 治水 기능, 그리고 자연적 기능인 環境 기능 등이 있다. 이 중 이·치수는 공학적 기능(engineering function)이며, 환경은 자연적 기능(natural function)이다. 여기서 환경 기능은 다시 생태 서식처, 수질 자정, 심미적 親水 기능 등이 있다. 그러나, 지금까지 국내 대부분의 하천 관리에서 자연적 기능보다는 공학적 기능을 강조하여 왔다는 것이다. 구체적으로, 1960~1980년대 산업화와 도시화는 토지이용의 제고와 더불어 하천의 공학적 기능만을 위해 하천을 인공화, 반 인공화 시켰다. 그 예로서, 자연적으로 구부러진 하도는 직선으로 만들고, 양안에는 제방을 쌓고, 그 안의 하천수는 인공적으로 만든 저수로(低水路)에 국한시키고, 나무, 돌, 부유물 등 홍수 소통에 지장을 줄 수 있는 것들은 모두 제거되었다. 더욱이 1990년대 들어 도시교통의 수요가 폭발하여 도로 건설이 급해지자 급기야 국유지인 하천에 도로 건설이 유행이 되었다. 이러한 인위적인 정비는 특히 도시 하천에 집중되었다.

---

\*) 한국건설기술연구원 수자원환경연구부

그러나 1980년대 말부터 일부 하천 관리자 사이에 하천의 자연적 기능, 즉 환경 기능의 보전과 개선의 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였다. 이러한 변화는 그 당시 경제 개발의 진전과 국민 생활의 향상에 따라 이제는 주변을 돌아볼 필요가 있다는 환경 보전에 대한 사회적 분위기에 의한 것이다. 특히 도시 하천을 복개하여 하천을 소멸시키고 다른 용도로 전용하는 그 때까지 하천관리 관행에 대한 반성과 함께 훼손된 하천을 환경적으로 정비하려는 노력이 시도되었다(우효섭·박재로, 2000).

하천을 환경적으로 정비하는 경우, 하천을 환경적인 관점에서 취급하는 것이 필요하며 하천을 보전, 복원, 창출을 위한 목표설정 및 자연형 공법의 선정 등에 필요한 기초적인 자료·정보(물리, 화학, 생물, 기타)를 수집하는 것이 수변조사의 의의라고 할 수 있다(그림 1).

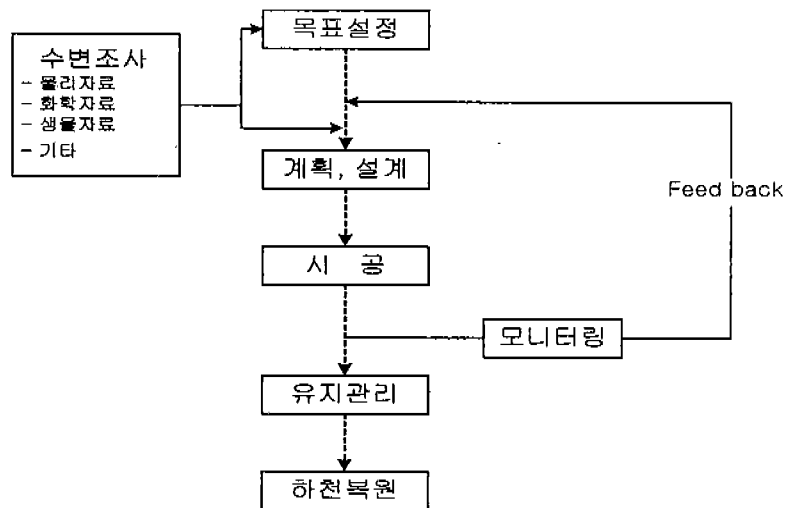


그림 1 자연친화적 하천정비의 흐름도와 수변조사의 위치

### 3. 외국의 하천 수변조사

#### 3.1 미국

· 미국의 수변복원(Stream Corridor Restoration)에 있어서 하천 조사 항목은 물리적, 생물적, 화학적, 사회적 변수들로 나누어 생각할 수 있다(USDC, 1998). 물리 조사 항목들은 하천의 수리·수문 및 형태적인 특성을 포함한다(표 1). 기타 하천의 물리 특성 중 특히, 서식처 환경에 관련된 조사 항목들은 흐름의 국부 특성, 하도 특성, 산란용 자갈, 수중 피난처나 휴식처(cover), 그늘여울과 소의 비율, 샘플과 지하수 침투, 하상토 유사량, 대형 통나무 부목의 양과 크기 분포 등을 포함한다.

생물조사 항목은 플랑크톤, 무척추 동물, 어류, 양서·파충류, 조류, 식물 등 하천의 수변에 서식하는 모든 생물을 포함하고 있다(표 2).

표 1 하천의 물리조사 항목(미국, Stream Corridor Restoration)

구 분	조 사 항 목
평 면 형	만곡도, 폭, 사주, 여울, 소, 거석, 통나무
단면형(구간 별, 특별 형태 별)	단면 형태의 스케치, 강턱의 대응각, 강턱 수심, 폭, 폭/수심의 비
종단형	하상 재료 분포, 수면 경사, 하상 경사, 여울 크기/형태/종단형 소 크기/형태/종단형
하천 분류(구간 별)	분류 체계의 선정에 따라 달라짐
수문학적 유황 분석	2-, 5-, 20-년 빈도 홍수 수문 곡선, 기저 유량과 유속
하도 진화 추적의 결정	유출의 감소나 증가, 돌발 홍수, 하도의 횡방향, 종방향 침식 하폭의 과다 증가, 하상 상승, 만곡 경향, 진화 상태, 축방 이동, 만곡도의 증가나 감소, 제방 침식 양상
관련 수변 조건	수변(둔치)의 포화나 지상 저류, 충격 테라스와 자연 제방. 산지/양호한 배수/경사가 진, 또는 테라스 지형, 수변 식생 구성, 집단양상과 연속적인 변화
관련 지역의 추이(과거 20년, 향후 20년)	토지 이용과 피복(cover), 토지 관리, 토양 종류, 지형, 지역적인 기후/기상

표 2 하천 생물조사 항목(미국, Stream Corridor Restoration)

생물적 속성	변 수
1차 생산자	periphyton(부착 조류) 플랑크톤 vascular(관다발) / nonvascular macrophytes(대형식물)
동물성 플랑크톤 / 돌말	
무척추 동물 집단	종, 수, 다양성, 생물량(biomass) 대형/소형 수생/육생
어류 집단	회유성/상주성 종 비 집단(specific population)이나 생애 단계 바다로 나가는 연어(smolt)의 수 돌아오는 성어(成魚)의 수
수변 야생/육지 동물 집단	양서류/파충류 포유류, 조류
수변 식생	구조, 구성, 상태, 기능 시간에 따른 변화(계절, 군체의 형성, 절멸 등)

화학조사 항목은 수온, 탁도, 용존 산소, pH, 자연 독성(수은)과 인공 독성 영양 염류, 유기물(BOD, TOC 등), 알카리도/산도, 경도, 용존 물질과 부유사 등과 같은 항목을 포함하고 있다.

마지막으로 하천의 사회조사 항목은 인간 보건(질병, 독성/물고기 섭생 주의), 미관(냄새, 색, 경관, 소리, 쓰레기), 비소모성 위락(하이킹, 새 관찰, 급류 타기, 카누, 사진촬영), 소모성 위락(낚시, 사냥), 연구와 교육 목적, 재산 보호(침식 조절, 홍수 저류)를 고려하고 있다.

### 3.2 영국

영국의 하천조사에서 하천환경에 관련되어 특별한 조사는 수변 조사(水邊 調査, River Corridor Survey, RCS)로서 그 내용은 다음과 같다.

RCS는 1980년대 초 영국에서 시작되었으며, 이는 1981년 야생전원법(Wildlife and Countryside Act)의 제정 시기와 일치하고 있다. 수변조사(River Corridor Survey, RCS)는 하천사업이나 하천에 영향을 주는 사업의 계획 과정에 필수적인 조사이다. RCS는 보전노력의 평가의 우선 순위 결정, 제안된(하천)사업의(생물 자원에 대한) 민감도 결정, 장애 영향/증진과 개선 방법을 강조하기 위한 관리 사업의 감시, 홍수터 개발에 영향력 행사, 관리 하천에 대한 민감한 장기 처방의 준비 등과 같은 사항에 응용될 수 있다.

#### ▷ RCS의 기본적 방법

- 수변조사 핸드북: 방법과 절차(NRA, 1992)에 구체적으로 수록
- 최대 500m 길이와 한 쪽 50m 구간에서 서식처 물리 구조와 식생의 분포 등을 구체적으로 지도 작업하거나 스케치
- 표준적인 RCS의 범위: 수역, 수제(물가), 강터, 인접 토지(홍수터) 등 기본적으로 4개의 구역으로 구분

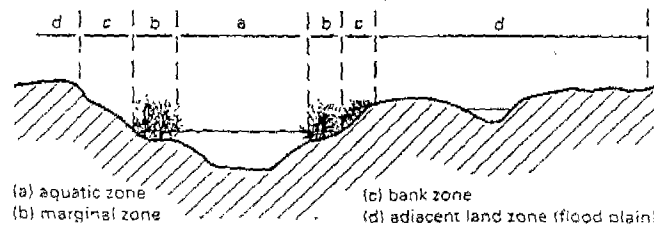


그림 2 RCS 대상구역의 단면도

- RCS 지도에는 하천 이름과 구간(reach) 번호, 조사자의 이름, 조사 일자, 방위, 상류와 하류 한계선 등의 사항들을 포함시키며, 지도는 가급적 복사를 위해 흑백으로 표시하고 훼손된 구역은 강조 표시(※)
- 지도에 어느 구역에서 관심 사항이 보전되어야 하고, 어느 구역에서 서식처 증진이 가능한가 등의 표시와 하천과 수변 단면형도 스케치하여 하폭과 홍수터의 폭의 변화 등을 알게 함 (일정 단면의 경우 한 하천구역에서 한 그림으로 가능하나 불규칙 단면의 경우 여러 개의 단면도 필요)
- 가장 좋은 조사 시기는 식생의 번성한 4월말이나 5월초에서 10월초까지가 바람직함(단 계절의 초기와 말기 변동기에도 조사 고려 필요)

#### ▷ 수변조사 자료의 이용과 장애 적용 및 방법론의 개발

영국의 NRA(National Rivers Authority, 국립하천공사)에서는 홍수방어 사업 등에 RCS 방법론이 이용되고 있으며, 하천과 유역의 항목 조사, 보전 평가, 수자원 개발의 영향 평가 등에 기초 자료로 사용하고 있다. 주요 응용 분야는 다음과 같다.

- ①사업의 영향 평가의 감시 조사(모니터링) 등에 이용, ②전략적 조사(Strategic Survey, SC)와 증진 가능성의 전국적 검토, ③하천 서식처 평가의 개발

### 3.3 일본

일본의 환경을 고려한 하천정비(多自然型 하천정비)는 독일과 스위스의 「근자연형 하천」을 도입하여 1980년대 중반에 시작하여 시행착오를 거쳐 독자적인 기술로 발전시켰다. 현재, 일본의 건설성에서는 多自然型 하천 만들기 등의 안전하고 운택한 자연이 풍부한 하천 만들기를 위하여 여러 시책을 추진하고 있으며 이러한 시책들의 적절한 추진을 위하여 국가가 직할관리하고 있는 전국 109개의 1급 수계의 하천 및 중요한 2급 수계의 하천이나 직할·수자원 개발공단 관리의 댐 및 보조 댐에 대하여 하천의 환경부문 기초정보 수집·정리를 목적으로 하는 「하천수변의 국세조사(河川水辺の國勢調査)」를 실시하고 있다.

#### ▷ 조사의 내용

하천수변 국세조사는 크게 생물조사, 하천조사, 하천공간이용 실태조사 3가지로 구분할 수 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 생물조사 : 생물조사는 ①어패류조사, ②저생동물조사, ③식물조사, ④조류조사, ⑤양서류·파충류·포유류조사, ⑥육상곤충류조사 총 6개로 구분하여 실시하고 있으며, 6개의 생물조사는 동일연도에 전국 109개의 일급하천 전부에 대하여 동일한 조사 항목을 일제히 실시하는 것이 아니라 매년 각 항목을 전국 109 수계에 대하여 1/5정도에서 실시하여 5개년으로 각 조사가 一巡하게끔 실시하고 있다.

- 하천조사 : 하도의 여울·못 이나 물가(河岸)의 상황, 하천횡단시설의 상황, 유량·수질의 상황 등을 조사한다.

- 하천공간이용 실태조사 : 하천공간의 이용자 등 이용상황을 조사한다.

하천수변 국세조사는 1991년에 본격적으로 착수되었지만, 어패류조사와 하천공간이용 실태조사는 다른 조사보다 선행되어 1990년부터 실시되고 있다. 구체적인 조사는 건설성 지방건설국 및 북해도 개발국이 각각 관장하는 하천에 대하여 실시하고 있으며, 1993년부터는 2급 하천의 일부에도 조사를 실시하는 등 그 범위를 넓히고 있다.

하천조사 및 생물조사를 실시함에 있어서 해당조사에 관하여 전문지식을 가지고 있는 전문가를 「하천수변 국세조사의 조언자」로 위촉하여 조사계획, 조사실시, 조사성과 등에 대하여 조언을 구하며 조사를 실시하고 있다. 이러한 절차로 얻어진 조사결과는 「河川水辺の國勢調査年鑑」을 통하여 공표 되고 있다.

하천수변 국세조사는 하천사업, 하천관리 등을 적절히 추진하기 위해 하천을 환경이라는 관점에서 정기적, 지속적, 통일적인 하천에 관한 기초정보를 수집·정리한 것이다. 본 조사의 성과는 하천에 관한 각종계획의 수립, 사업의 실시, 하천환경의 평가와 모니터링, 그 외 하천관리의 여러 가지 상황에 대한 기초적 정보로써 활용됨과 동시에, 하천 및 하천 생물 생태계의 규명 등을 위해 각종 조사연구의 추진에도 사용된다.

「하천수변 국세조사 매뉴얼」은 하천수변 국세조사를 실시하기 위한 구체적인 방법을 제시한 것으로, 조사방법은 물론 전국에서 수집된 많은 양의 조사결과의 신뢰성 향상을 위해 조사의 精度확보에 중점을 두고 있으며, 생물조사, 하천조사, 하천공간이용 실태조사, 3편으로 구성되어 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 외국의 하천 수변조사에 대한 방법, 항목, 절차, 범위 등에 대하여 문헌을 통하여 고찰하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 미국(Stream Corridor Restoration)의 경우, 하천조사의 각 항목별로 구체적인 사항을 명시하고 있다.

- 영국(River Corridor Survey)의 경우, 하천조사에 필요한 구체적인 표현방법과 조사자료의 이용에 관한 사항을 포함하고 있다.

- 일본(河川水邊の國勢調査)의 경우, 조사시기, 항목, 방법 등이 체계적으로 정립되어 있으며, 각 조사 매뉴얼은 조사방법 및 정리사항을 구체적으로 명시하고 있다.

하천의 수변조사는 하천의 환경적 기능에 관련된 기초 정보를 수집·정리하는 것으로 하천관리자의 일이다. 동시에 일본의 하천수변 국세조사의 예와 같이 국토정보 조사의 일환이다. 이러한 조사는 국내에서 아직 정기적, 체계적으로 실시되지 않고 있으나, 하천 관리에서 환경의 중요성이 점차 커지고 있음을 감안하면 시급히 도입할 필요가 있다.

현재, 본 연구의 고찰 결과를 기초로 시험 하천(탄천)의 3km구간을 하천의 물리자료, 화학자료 및 생물자료 조사를 수행하면서, 조사 항목, 방법 등에 대한 연구도 병행하고 있다. 하천 수변조사가 실시되고 있는 시험 하천의 조사분야 중, 생물 조사는 식물, 어류, 양서·파충류, 조류, 육상·수서곤충 전문가 등 각 생물분야 별 전문가의 현장 조사를 통하여 실시하고 있다. 하천의 물리, 화학조사는 하천공학자 및 전문가에 의해 각 분야별로 실시하고 있으며, 아울러 하천 경관 조사도 하천의 지형, 지질, 경관 등의 특성을 파악하기 위해 실시하고 있다.

향후, 이러한 연구결과를 기초로 국내 여건에 적합한 하천 수변의 1)조사 항목, 2)조사 방법, 3)조사 시기와 빈도, 4)조사 자료의 정리·분석·평가 방법 등을 정립하여 환경을 고려한 하천정비에 접목시킬 효율적이고 획일적인 하천 수변조사를 실시하여야 할 것이다.

## 6. 참고문헌

건교부/건기연, 하천환경관리기법 연구·조사, 1991~1996.

우효섭, “수변복원의 이해(I, II) - 미국의 수변 복원 가이드라인을 중심으로”, 대한토목학회지, 2000, 6/8.

우효섭, 박재로, “河川復元の 이해와 국내의 사례”, 대한토목학회지, 2000, 11.

환경부/건기연, 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발, 제 1, 2, 3 차년도 연차 보고서, 1997~1999.

National Rivers Authority, Bristol, *River Corridor Survey; Methods and Procedure Conservation Technica Handbook No. 1*, 1992.

US Department of Commerce(USDC), *Stream Corridor Restoration-Principles, Processes, and Practices* Federal Interagency Stream Restoration Working Group, NTIS, Springfield, VA, USA, Oct., 1998.

리버-프론트整備センター, (1991). 河川水邊の國勢調査年鑑(生物調査編), 平成3年度版, 山海堂.

리버-프론트整備センター, (1991). 河川水邊の國勢調査年鑑(河川空間利用實態調査編), 山海堂.

리버-프론트整備センター, (1993). 河川水邊の國勢調査マニュアル(案), (河川空間利用實態調査編)

리버-프론트整備センター, (1997). 河川水邊の國勢調査マニュアル, 河川版(生物調査編), 平成9年度版.

建設省河川局治水課, (1992). 河川水邊の國勢調査マニュアル(案), (河川調査編).